
Hälsorelaterad miljöövervakning

Exponering och kroppsbelastning av PCB och metaller hos befolkningen i ett historiskt kontaminerat samhälle

Ingela Helmfrid^{ab}, Gun Wingren^b, Samira Salihovic^c, Bert van Bavel^c, Marika Berglund^d

^aArbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset, Linköping

^bArbets- och miljömedicin, avdelningen för klinisk och experimentell medicin, Hälsouniversitetet, Linköping

^cMTM Research Centre, Örebro Universitet

^dInstitutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm



Provtagningsområde intill gamla bruket 2006. Foto: Albin Lindqvist

Innehåll

Sammanfattning	3
Summary	4
Bakgrund	6
Syfte	9
Metod	9
Rekrytering.....	9
Enkäter	10
Provtagning	10
Analysmetoder	11
Statistik.....	11
Resultat.....	13
Beskrivning av studiepopulationen	13
Konsumtion av lokala livsmedel	14
Koncentrationer av persistenta klororganiska föreningar och metaller i blod, urin och hår	16
Samband mellan konsumtion av fisk, kräfter och vilt och uppmätta koncentrationer av kontaminater i blod och hår.....	17
Samband mellan konsumtion av vegetabilier och uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar i blod, urin och hår.....	19
Samband mellan uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar, demografi, exponeringsfaktorer och livsstil	21
Multivariat analys av uppmätta halter av miljöföroreningar och konsumtion av lokala livsmedel, exponerings- och livsstilsfaktorer samt cancer.....	24
Diskussion	31
Hälsoriskbedömning.....	33
Referenser.....	34
Bilaga 1	35
Haltdata metaller	35
Haltdata persistenta organiska föroreningar.....	36

Sammanfattning

I ett förorenat område i Gusum, Valdemarsviks kommun i Östergötland har en epidemiologisk fall-kontrollstudie genomförts. Omgivningsmätningar i detta område har påvisat förhöjda halter av zink (Zn), koppar (Cu), bly (Pb) och kadmium (Cd) i jord, grönsaker, rotfrukter, bär och svamp. Mätningar i lokalt fångad gädda och abborre har påvisat förhöjda halter av PCB och även kvicksilver.

Att äta grönsaker, frukt, bär, svamp och fisk från ett förorenat samhälle skulle kunna innebära ökad exponering för miljögifter jämfört med om man inte äter sådana livsmedel. Vid långvarig hög exponering för miljögifter ökar risken för hälsoeffekter. Risken för hälsoeffekter beror på vilka miljöföroreningar man exponeras för, hur mycket man får i sig av de olika ämnena och hur känslig man är som individ.

Syftet med den här studien var att undersöka om: a) rapporterad konsumtion av lokala livsmedel samvarierar med uppmätta halter av PCB, bekämpningsmedel, bly, kadmium och kvicksilver i en befolkning boende i ett förorenat område, b) befolkningen i ett förorenat område är högre exponerade än befolkningsgrupper i andra områden, c) exponeringen skiljer sig mellan kvinnor och män, och d) individer med cancerdiagnos, som tidigare identifierats via ett nationellt register, skiljer sig från kontroller med avseende på uppmätta halter av miljöföroreningar.

Individer med cancerdiagnos (n=36) och kontroller (n=59; högkonsumenter och lågkonsumenter av lokala livsmedel) som ingick i den tidigare fall-kontrollstudien tillfrågades om de ville lämna blod, urin och hår för analys av PCB, bekämpningsmedel, bly, kadmium och kvicksilver samt besvara en enkät om konsumtionsfrekvenser av livsmedel, livsstils- och exponeringsfaktorer.

Faktorer som ålder, kön, rökvanor, yrke och cancerdiagnos utvärderades i relation till konsumtion av lokala livsmedel och uppmätta halter av miljöföroreningar i blod, urin och hår. Samband sågs mellan kadmiumhalt i urin och att vara aktiv rökare, konsument av svamp och vegetabilier från Gusum/Ringarums församling, ålder, metallarbete, att ha bott i Gusum i 5 år eller mer och att ha fått en cancerdiagnos. Blyhalt i blod samvarierade med rapporterad konsumtion av viltkött och kvicksilver i hår samvarierade med fiskkonsumtion, både Gusumfisk och annan fisk. PCB samvarierade med ålder, konsumtion av Gusumfisk och strömming, lantbruksarbete och cancerdiagnos. Även halter av bekämpningsmedel samvarierade med lantbruksarbete.

Generellt hade män högre halt av PCB och bekämpningsmedlen transklordan, transnonaklordan än kvinnor och cancerfallen hade högre halt av PCB och bekämpningsmedlet HCB än kontrollerna. Det förekom ingen skillnad i metallhalt mellan män och kvinnor eller mellan cancerfall och kontroller.

Resultaten tyder på att konsumtion av svamp och vegetabilier från Gusumområdet bidrar till exponeringen för kadmium och att konsumtion av fisk från Gusumområdet bidrar till exponering för PCB och MeHg, men att faktorer som kön, ålder, rökning och yrke spelar stor roll för de uppmätta halterna. Exponering för bekämpningsmedel och kvicksilver kunde inte kopplas till konsumtion av föda från Gusum. Istället är det användning av bekämpningsmedel samt att ha arbetat inom lantbruk som bidrar till exponeringen för bekämpningsmedel och konsumtion av fisk generellt (och inte enbart fisk från Gusum) som bidrar till kvicksilverexponeringen. Uppmätta halter av miljöföroreningar i blod,

urin och hår uppvisade stor variation mellan studiedeltagarna, men låg i nivå med vad som uppmätts hos andra grupper av befolkningen i samma åldersintervall.

I den multivariata analysen sågs samvariation mellan cancerdiagnos och PCB i blod respektive kadmium i urin. I den här studien går det inte att uttala sig om orsaken till cancersjuklighet, dels för att provtagningen har utförts långt efter det att personer har fått sin cancerdiagnos, dels för att orsakerna till cancersjukdom oftast är många och till stor del okända. Materialet är också litet vilket ökar osäkerheten i analysen. Fortsatta studier av exponering och hälsorisker hos befolkning i kontaminerade områden planeras.

Summary

In a contaminated area in the village of Gusum in the county of Ostergotland, an epidemiologic case-control study was performed. Environmental measurements in the area have revealed high levels of zinc (Zn), copper (Cu), lead (Pb) and cadmium (Cd) in soil, vegetables, root crops, berries and mushrooms. Measurements in local pike and perch have showed increased levels of PCB and mercury (Hg).

Consumption of contaminated local foods (vegetables, root crops, fruit, berries, mushrooms and fish) may result in increased exposure of environmental contaminants. Long term high exposure to environmental contaminants may lead to an increased risk of health effects. The risk of health effects depends on the level of exposure, the type of substance and the individual sensitivity.

The aims of this study were to investigate if: a) reported consumption of local foods co-vary with measured contaminant levels of PCB, pesticides, lead, cadmium and mercury in a population living in a contaminated area and b) the population in the contaminated area are more exposed than populations in other areas, c) the exposure differs between women and men, and d) cancer cases previously identified via national registers differ from controls with regard to environmental contaminant concentrations in blood, urine and hair.

Cancer cases (n=36) and controls (n=59; high-consumers and non-consumers of local food) who were included in the previous case-control study were asked to provide blood, urine and hair for analysis of PCB, pesticides, lead, cadmium and mercury, and to answer a questionnaire concerning consumption frequencies of food and factors of life style and exposure.

Variables such as age, gender, smoking habits, occupation, and cancer diagnose were evaluated in relation to consumption frequencies of local food and measured concentrations of environmental contaminants in blood, urine and hair. We found associations between concentrations of cadmium in urine and age, active smoking, consumption of mushroom and vegetables from Gusum/Ringarum parish, ever metal work, living in Gusum at least 5 years and a cancer diagnosis. Concentration of lead in blood was associated with reported consumption of game, and mercury in hair was associated with fish consumption, both fish from Gusum and fish from other places. PCB was associated with age, consumption of fish from Gusum, consumption of herring, agricultural work and a cancer diagnosis. Concentrations of pesticides were correlated with agricultural work.

In general, men had higher levels of PCB and pesticides (transchlordan, transnonochlordan) than females, and cancer cases had higher levels of hexachlorbensen (HCB) and PCB than controls. There were no differences in concentrations of metals between men and women or between cancer cases and controls.

The results indicate that consumption of local mushrooms and vegetables from the contaminated area contributes to the exposure of cadmium, and consumption of local fish contributes to the exposure of PCB and methyl mercury. Exposure to pesticides and mercury could not be linked to consumption of local food from the contaminated area. Instead, it was the use of pesticides at home or occupationally that contributed to the exposure of pesticides, and overall consumption of fish which contributed to the mercury exposure. Measured levels of contaminants in blood, urine and hair varied substantially among study participants, but the concentrations were in the same range as concentrations measured in other Swedish groups of the general populations, in same age range.

In the multivariate analysis, an association between cancer and PCB in blood, and between cancer and cadmium in urine, was detected. In this study, we cannot draw any conclusions regarding causes of cancer diseases, partly because the biological sampling was performed long time after the cancer was diagnosed, and partly because the cause of cancer is in general multifactorial of which most factors are unknown. Furthermore, the study material is small, which increases the uncertainty in the analysis. Further studies of exposure and health effects in populations in contaminated areas are warranted.

Bakgrund

I Sverige finns cirka 80 000 identifierade förorenade områden (Naturvårdsverket, 2012). Brukssamhället Gusum, Valdemarsviks kommun, Östergötland, är ett av dem. Där har mässingstillverkning pågått sedan 1650-talet. Utsläppen av metaller till luft och vatten har varit betydande. I Länsstyrelsens undersökningar har mycket höga halter av zink, koppar, bly och kadmium uppmätts i mark, vatten, grönsaker, rotfrukter, bär och svamp under 1970-, 80- och 90-talen. År 1981 utfärdade Miljö- och hälsovårdsnämnden samt Livsmedelsverket lokala kostråd som innebar att man skulle undvika att konsumera vegetabilier som har växt inom 3 km radie från mässingsbruket (Figur 1).

I början av 1970-talet skedde ett utsläpp av PCB till Gusumsån från en tank inom bruksområdet. Ett par år senare, efter larm från privatpersoner, togs prover på fisk från Gusumsån och sjön Byngaren (Figur 1). Mycket höga PCB-halter, cirka 500 gånger högre än bakgrundshalter (EC 2006, Helmfrid 2007), uppmättes i fisken, och fiske förbjöds år 1973. Förbudet upphävdes i samband med Livsmedelsverkets generella svartlistning av insjöar. Uppföljande analyser år 2006 och 2010 av miljöföroreningar i vegetabilier och fisk visade fortsatt förhöjda metall- respektive PCB-halter, men generellt lägre halter än tidigare (Helmfrid 2007, Nyberg et al 2012). På vissa platser i området, uppmättes blykoncentrationer över gällande gränsvärde i lingon (0,2 mg/kg färskvikt) och svamp (0,3 mg/kg färskvikt) och gränsvärdet för kadmium i svamp överskreds med en faktor 11 (EC 2006, Helmfrid et al 2007; Nyberg et al 2012). Både låg- och högklorerade PCB-kongener uppmättes i abborre och gädda från Gusumsån och dess avrinningsområde, med en dominans för kongenerna PCB 28, 52, 118, 101 och 153 (Helmfrid et al 2007, Nyberg et al 2012). Gusums samhälle omgärdas av jordbruksområden, där flera markägare har eget fiskevatten, varav några har fiskevatten i Gusumsån och i Byngaren (Helmfrid et al 2007).

Översikt Gusumsområdet

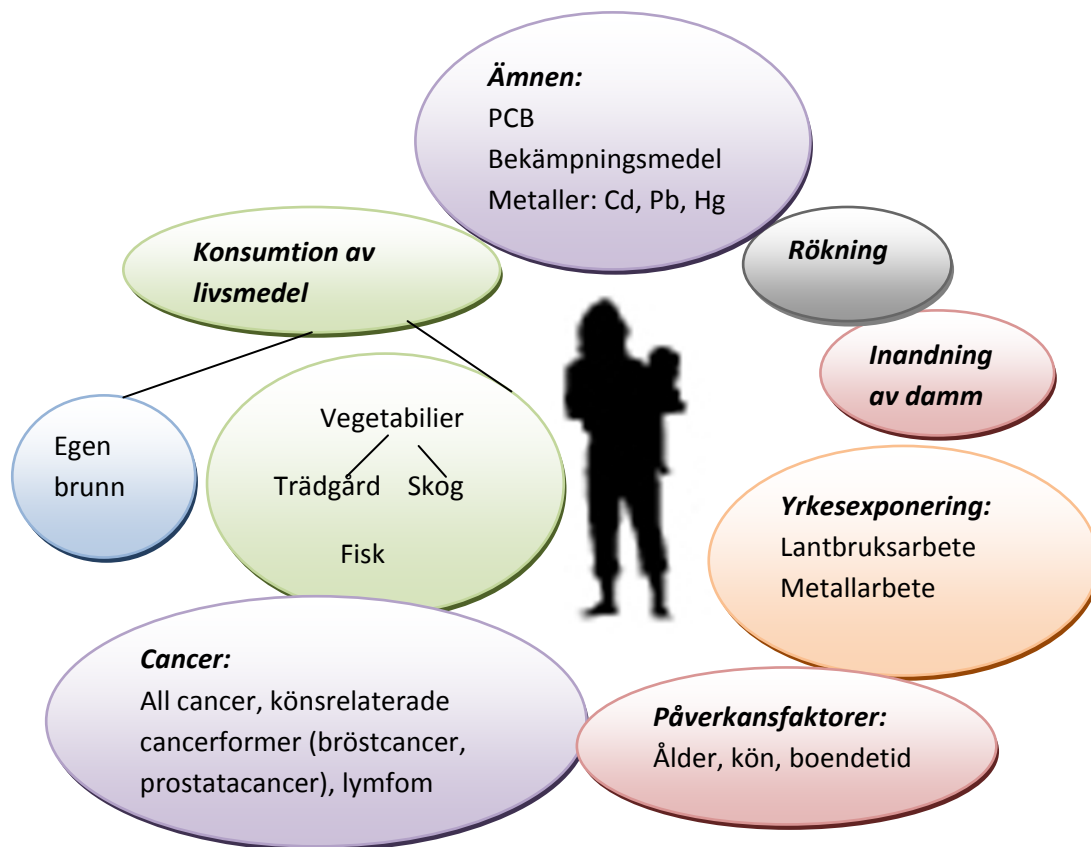


Figur 1. Kartbild över Gusum/Ringarums församling

En stor del av befolkningen i området har arbetat på bruket eller med blytillverkning, eller livnärt sig av jordbruk och är därför potentiellt exponerade för metaller, PCB och/eller bekämpningsmedel både yrkesmässigt och i den allmänna miljön (Helmfrid et al 2012) (figur 2).

Under åren 2003-2005 genomfördes en epidemiologisk fall-kontrollstudie i Gusums/Ringarums församling. Först genomfördes en registerstudie i vilken samtliga cancerdiagnoser för individer boende i Gusums/Ringarums församling åren 1960-2003 ingick (Helmfrid et al, 2012). År 2005 skickades en enkät till alla levande cancerfall och slumpvis utvalda kontroller, boende i samma område under motsvarande år som fallen, för att samla information om exponering som kan associeras med boende i området och det sjukdomsmönster som framkom i registerstudien. I enkäten rapporterade stora delar av befolkningen konsumtion av lokal föda (fisk, kräftor, grönsaker, rotfrukt, frukt, bär och svamp) från området, trots tidigare kostråd (Helmfrid et al 2012). Rapporterad konsumtion av lokalt fångad abborre, gös och/eller gädda var associerat med ökad förekomst av cancer totalt, lymfom (män och kvinnor gemensamt), och bröstcancer hos kvinnor. Inga överrisker för cancer detekterades för rapporterad konsumtion av fisk, vegetabilier och svamp från områden utanför det kontaminerade området (Helmfrid et al 2012). Den starkaste riskfaktorn för cancer totalt, var hög konsumtion av lokalt fångad fisk hos kvinnor och att ha bott i det kontaminerade området de första 5 åren i livet hos män. I gruppen kvinnor som bott i området före 5 års ålder förekom fler rapporterade för tidigt födda barn (Helmfrid et al 2012).

För att verifiera om befolkningen har exponerats för föroreningar i området via den lokala födan, har enkätsvaren utvärderats i relation till uppmätta halter av metaller, PCB och bekämpningsmedel i blod, urin och hår.



Figur 2. Exponeringskällor, exponeringsfaktorer och utfall (cancer) för boende i Gusums/Ringarums församling.

Syfte

Syftet med denna studie var att mäta exponering för metaller, PCB och bekämpningsmedel i en befolkning som bor i ett historiskt kontaminerat område samt att utvärdera uppmätta halter i blod, urin och hår i relation till rapporterad konsumtion av lokala livsmedel och andra exponeringsfaktorer. Syftet var också att undersöka om personer, som bott i ett förorenat område och som rapporterat konsumtion (frekvens) av lokala livsmedel (fisk, kräftor, grönsaker, rotfrukter, frukt, bär, svamp) i en enkätundersökning, uppvisar högre halter av miljöföroreningar i blod (PCB, metaller), urin (metaller) eller hår (kvicksilver) jämfört med de som inte konsumerat lokala livsmedel.

Mer specifikt undersökte vi

- om rapporterade frekvenser av livsmedel med potentiellt förhöjda halter av miljögifter samvarierade med uppmätta halter av dessa i blod, urin och hår
- om det fanns skillnader i uppmätta halter av miljögifter mellan män och kvinnor, eller mellan cancerfall och kontroller
- hur faktorer som kön, ålder, rökning, egen brunn, boendetid, BMI och yrke samvarierade med uppmätta halter i blod/urin/hår
- hur de uppmätta halterna i Gusum/Ringarum relaterar till halter mätta i populationer från andra områden i Sverige
- om konsumtion av lokala vegetabilier, bär, svamp, fisk och kräftor i det kontaminerat område kan bedömas vara hälsofarligt

Studien utgör en del i ett projekt som syftar till att utveckla en metod för hälsoriskbedömning av befolkningar i förorenade områden, och som ska kunna användas i prioriteringsarbetet inför marksanering. Studien är granskad och godkänd av Regionala etikprövningsnämnden, Hälsouniversitetet i Linköping.

Metod

Rekrytering

Studiepersoner som ingick i den tidigare fall-kontrollstudien i Gusum/Ringarums församling tillfrågades om de ville besvara en enkät för konsumtion av lokala livsmedel och andra exponeringsfaktorer samt delta i provtagning och analys av miljöföroreningar i blod, urin och hår (Helmfrid et al 2012). Totalt ingick 120 individer med en cancerdiagnos 1960-2003. Kontrollpersoner slumpades från befolkningsregister, fem individer per cancerfall (10 individer per cancerfall diagnosticerade tidigare än 1972), boende i Gusum/Ringarums församling vid tidpunkten för fallens diagnos. Enkäter skickades till fall och kontroller över 18 år och i livet vid tidpunkten för utskicket år 2005, totalt 625 individer. Av dessa svarade 67 cancerfall och 326 kontroller på enkäten (Helmfrid et al 2012).

Samtliga levande individer med en cancerdiagnos och ett urval av kontrollpersonerna erbjöds provtagning av blod, urin och hår år 2008. Urvalet av kontrollerna baserades på enkätsvaren om rapporterad konsumtion av lokal föda under de senaste 30 åren. Kontrollerna delades in i högkonsumenter (konsumtion av lokal fisk >2 ggr/mån och/eller vegetabilier >2 ggr/vecka) eller ickekonsumenter av lokal föda. Totalt erbjöds 164 individer provtagning via ett informationsbrev. Av

dem accepterade 95, varav 61 kontrollpersoner (12 ickekonsumenter, 49 högkonsumenter) och 34 individer med cancerdiagnos (1 ickekonsumenter, 14 högkonsumenter, 19 mellankonsumenter).

Enkäter

Enkäten i den föregående studien år 2005 innehöll frågor om nuvarande kostvanor (konsumtionsfrekvens av lokala livsmedel respektive från andra områden), kostvanor under de senaste 30 åren, rökning, boendeadress och boendetid, yrke, antal barn, amning, längd och vikt, sjukdomar och medicinering. På grund av att det hade gått en tid sedan besvarandet av enkäten, sändes år 2008 en kompletterande enkät ett par veckor före provtagning ut till de individer som accepterat medverkan. Enkäten innehöll samma frågor som den föregående enkäten, med undantag av kostvanor de senaste 30 åren, och kompletterande frågor kring, användning av bekämpningsmedel samt viktförändringar de senaste 3 månaderna före provtagning. Enkäten samlades in i samband med provtagningen.

Konsumtionsfrekvenser av livsmedel tillhörande samma livsmedelsgrupp summerades och ett genomsnittligt månadsintag (gångar/mån) för fisk (ex. abborre, gädda, gös), årsintag (gångar/år) för kräftor och viltkött, respektive veckointag (gångar/vecka) för vegetabilier (rotfrukter = potatis, morötter; bladgrönsaker = sallad, övriga bladgrönsaker; frukt och bär = frukt, skogsbär, trädgårdsbär; svamp) beräknades. Olika konsumtionsgrupper skapades baserat på angivna konsumtionsfrekvenser av livsmedel och livsmedelsgrupper: icke-konsumenter av lokal föda, låg-mellankonsumenter av fisk (< 2 ggr/mån), låg-mellankonsumenter av vegetabilier, frukt, bär och svamp (< 2 ggr/vecka), högkonsumenter av fisk (≥2 ggr/månad), högkonsumenter av vegetabilier, frukt, bär och svamp (≥2 ggr/månad), samt konsumenter av kräftor eller viltkött (1->12 ggr/år).

Provtagning

En sköterska ringde upp de individer som accepterat medverkan för att bestämma tidpunkt för provtagning på närliggande vårdcentral eller annan plats. Provtagningsmaterial för morgonurinprovtagning (provrör, mugg), samt instruktioner sändes via post i förväg till studiepersonerna. Insamling av provrör för morgonurin skedde i samband med blodprovtagningen. För metallanalyser i blod samlades två heparin-vacutainerrör, 6 ml med grön kork, per studieperson. För analys av PCB och bekämpningsmedel i blod samlades fyra vacutainerrör 10 ml med röd kork, utan tillsats, per studieperson. Samtliga rör märktes med samma löpnummer som enkäten. En kodnyckel med löpnummer och personuppgifter förvaras inlåst på Arbets- och miljömedicin i Linköping. Proverna frystes in (-18°C) i en bärbar frysväska under transport till laboratoriet och förvaring i fryr (-20°C) tills analysen genomfördes.

Ett hårprov för kvicksilveranalys togs genom att en liten hårtofs (tändstickas tjocklek) klipptes av på huvudets bakre del, under överhåret. Hårprovet förvarades i rumstemperatur fram till analystillfället. Efter avslutad provtagning skickades plasma till MTM-lab, Örebro Universitet, för analys av persistenta organiska föroreningar (POP). Blod-, urin- och hårprov skickades till IMM, Karolinska Institutet, Stockholm, för analys av metaller.

Analysmetoder

Hår- och blodprover uppslöts i mikrovågsugn under högt tryck (Milestone ultraCLAVE II mikrovågsugnsystem, EMLS, Leutkirch, Germany). Cirka 50 mg hår och 0,5 g blod blandades med 2 ml salpetersyra (65 % suprapur; Merck, Darmstadt, Germany) och 3 ml avjoniserat vatten, och uppslöts vid 250°C i 30 minuter, enligt tidigare beskriven metodik (Kippler et al 2007; 2009). Urinproverna späddes med 1 % salpetersyra. Bly (Pb) i blod, kadmium (Cd) i urin och kvicksilver i hår (mått på metylkvicksilver; MeHg) analyserades med ICPMS (Agilent 7500ce, Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) enligt tidigare rapporterad metodik (Kippler et al, 2007; 2009). För kvalitetskontroll användes referensmaterial Seronorm MR4206, Blod, Level 1 (27,6 µg Pb/l), Seronorm 0503109, Blod, Level 2 (394 µg Pb/l), NIST2670a Low Level urine (0,0591 µg Cd/l), NIST2670a High Level urine (4,862 µg Cd/l), IAEA086 Hår (0,573 mg Hg/kg) och NCSZC81002b Hår (1,06±0.28 mg Hg/kg).

Analyskvaliteten var tillfredsställande (<10 % avvikelse från referensvärdet).

Totalt analyserades 20 persistenta klororganiska miljöföroreningar (POP; dvs. PCB74, 99, 118, 105, 153, 138, 156, 157, 180, 170, 189, 194, 206, 209, OCDD, Transklordan, Transnonaklordan, DDE, HCB, BDE47) i plasma. Plasma (0,5 ml) blandades med 1 ml myrsyra och placerades i ultraljudsbad för denaturering av proteinerna. Sedan tillsattes ¹³C-inmärkt intern standard och provet placerades återigen i ultraljudsbad. Fastfasextraktion (SPE) utfördes genom att ladda provet (1 ml/min) på en Oasis[®] HLB SPE sorbent (Waters, Milford, MA, USA, 6 cm³/150 mg), som dessförinnan konditionerats med metanol, diklormetan och vatten. Analyterna eluerades med diklormetan och hexan innan provet dunstades med kvävgas ned till 500 µl hexan. Lipider och interferenser avlägsnades med hjälp av flerskikts-kromatografi i kiselkolonner (glasull, KOH silikagel, 40 % H₂SO₄ silikagel, aktiverad vattenfri Na₂SO₄) och analyterna eluerades med hexan. Eluatet dunstades ner och överfördes till GC-vialer tillsammans med en ¹³C-inmärkt volym-standard och den slutliga volymen justerades till 25 µl i *N*-tetradekan. Proverna analyserades med en Agilent 6890N gaskromatograf (Agilent, Atlanta, GA, USA) kopplat till en Micromass Autospec Ultima (Waters, Mildford, MA, USA) högupplösande masspektrometer. Den analytiska metoden och kvantifieringen är beskrivna i detalj i Salihovic et al. (2012). Som kvalitetskontroll bestämdes; halter i metodblank, detektionsgränser, återvinningsgrad av de interna standarderna och reproducerbarhet. Dessutom analyserades ett referens-plasmaprov från varje "batch" av prover som upparbetades. Samtliga kvalitetskontrollkriterier uppfylldes av analysmetoden.

Statistik

Mellan besvarandet av enkäten år 2005 och provtagningen år 2008 fick två kontrollindivider bland högkonsumenter av lokal föda diagnosen cancer och ingår därför i cancergruppen i de statistiska analyserna. Vid utvärderingen av enkätdata användes svar från båda enkäterna. Vid utvärderingen av analysdata användes lipidjusterade POP-koncentrationer i plasma och densitetsjusterade (specifik vikt 1,016 g/ml) Cd-halter i urin. Bland de analyserade POP:erna och metallerna utvärderades de för området mest relevanta föroreningarna PCB118, PCB153, sumPCB(14) (summan av kongenerna PCB74, 99, 105, 118, 138, 153, 156, 157, 170, 180, 189, 194, 206 och 209), bekämpningsmedel (hexaklorbensen, transklordan, transnonaklordan, DDE), bly i blod, kadmium i urin och kvicksilver i hår (som mått på exponering för metylkvicksilver, MeHg). Fem individer (ett cancerfall, fyra kontroller) har uteslutits i de statistiska analyserna för POP-data, då de saknade lipidjusterade värden på grund av att det inte gick att fettviktsbestämma blodet. Av dessa individer var kontrollerna låg-

eller mellankonsumenter (< 2 ggr/månad) av fisk från Gusum/Ringarums församling, individen med cancerdiagnos var en icke-konsument av fisk från området, men högkonsument (≥ 2 ggr/vecka) av vegetabilier, frukt och bär från området. I de statistiska analyserna för metaller ingår samtliga 95 studerade individer.

Statistiska analyser utfördes med hjälp av Statistica 10 (StatSoft[®], Oklahoma USA). Spearmans korrelationstest användes för att utvärdera korrelationer mellan uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar och konsumtionsfrekvenser. Main effect ANOVA med efterföljande Post Hoc test, Bonferroni, användes för att analysera skillnader mellan grupper. Statistisk signifikansnivå sattes till $p < 0,05$. Multivariat analys NIPALS/PCA (principalkomponentanalys) användes för att studera sambanden mellan rapporterad konsumtion av lokal föda och uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar i blod, urin och hår samt variabler som kan samvariera med exponering och/eller utfall (arbete inom lantbruk eller metallproduktion, rökvanor, boendetid i det kontaminerade området, användning av bekämpningsmedel, konsumtion av strömming, ålder, kön och cancersjukdom). Egenvärden större än 1 och en Scree plot (Cattels kriterium) användes som kriterier för val av antalet faktorer i analysen.

Resultat

Beskrivning av studiepopulationen

Totalt deltog 38 män och 57 kvinnor i undersökningen, varav 36 var diagnosticerade med cancer och 59 var kontroller (Tabell 1). Cancerfallen var äldre än kontrollerna ($p=0,003$) och innehöll fler aktiva rökare ($p=0,03$; år 2008). De kvinnliga kontrollerna var yngre än de kvinnliga cancerfallen ($p=0,007$). I hela studiepopulationen hade 55 procent haft en adress i Gusums samhälle i minst tre år. Bland de personer som bott i Gusums samhälle, hade de manliga kontrollerna bott i Gusums samhälle längre än de manliga cancerfallen ($p=0,04$), medan det var tvärtom bland kvinnor i cancergruppen och kontrollgruppen ($p=0,04$).

Tabell 1. Beskrivning av studiepopulationen i Gusum/Ringarums församling år 2008.

	Män (n=38)		Kvinnor (n=57)	
	Cancerfall	Kontroller	Cancerfall	Kontroller
Antal	17	21	19	38
Ålder vid provtagning (år), medelvärde (min-max)	74 (40-90)	65 (23-87)	71 (53-90)	59 (25-83)
Boendetid (år), medelvärde (min-max) i Gusum/Ringarums församling	49 (4-78)	38 (3-69)	42 (3-86)	33 (3-75)
Boendetid (år), medelvärde (min-max) med adress i Gusums samhälle	27 (3-69) n=7	41 (10-59) n=9	41 (7-86) n=14	27 (3-68) n=22
BMI, medelvärde (min-max)	26 (22-31)	26 (19-36)	28 (20-42)	29 (21-41)
Antal barn bland kvinnorna, medelvärde (min-max)			2,2 (0-6)	2,3 (0-4)
Andel (%) kvinnor som har barn			89	92
Total amningstid, antal månader, medelvärde (min-max)			13 (2-30)	18 (1-110)
Rökvanor				
Andel rökare (%)	18	4,8	21	13
Andel före detta rökare (%)	12	33	21	21
Andel aldrig rökare (%)	70	62	58	66
Yrke (andel)				
Bonde (%)	59	43	16	13
Metallarbete (inkl. blytillverkning) (%)	18	29	47	11
Andel (%) som hade egen brunn vid födseln	76	76	32	34
Andel (%) som har använt bekämpningsmedel i hemmet och yrkesmässigt	29	57	5,3	16

Konsumtion av lokala livsmedel

Under åren 1975-2008 hade konsumtionsmönstret ändrats något, en del personer hade flyttat in i området och börjat äta lokala livsmedel, medan andra hade slutat att äta lokala livsmedel av orsaker som inte går att utläsa av enkätsvaren. I tabell 2 presenteras andelen män och kvinnor som har rapporterat konsumtion av lokala livsmedel från Gusums/Ringarums församling under tidsperioden 1975-2008. Det mest förorenade området ligger inom en radie av 3 km från Gusums samhälle och inom denna gräns finns kända uppmätta halter av miljöföroreningar (Figur 1). Enkäten för konsumtionsfrekvenser av lokal föda omfattar dock hela Gusum/Ringarums församling dvs. även områden där det saknas uppgifter om halter av miljöföroreningar i livsmedel.

Tabell 2. Antal individer och andel (%) som rapporterat konsumtion av lokal föda från Gusum/Ringarums församling samt korrelationer mellan rapporterade konsumtionsfrekvenser för perioderna 1975-2004 (senaste 30 åren) och år 2005 samt mellan 2005 och 2008 för konsumtion av lokal fisk och lokala vegetabilier (rotfrukter, grönsaker, frukt, bär, svamp).

Antal individer (andel) som angett att de konsumerar någon lokal föda från Gusum/Ringarums församling		
	Män (n=38)	Kvinnor (n=57)
Konsument mellan åren 1975-2004	35 (92 %)	47 (82 %)
Korrelation mellan livsmedelspecifika konsumtionsfrekvenser för perioden 1975-2004 och år 2005	Lokal fisk $r_s=0,72$ Lokala vegetabilier $r_s=0,79$	Lokal fisk $r_s=0,39$ Lokala vegetabilier $r_s=0,31$
Konsument år 2005	33 (87 %)	45 (79 %)
Konsument år 2008	31 (82 %)	57 (89 %)
Korrelation mellan livsmedelspecifika konsumtionsfrekvenser år 2005 och 2008	Lokal fisk $r_s=0,86$ Lokala vegetabilier $r_s=0,51$	Lokal fisk $r_s=0,54$ Lokala vegetabilier $r_s=0,57$

Konsumtionsfrekvenser av lokala livsmedel för perioden 1975-2004 presenteras i tabell 3. Vi fann inga statistiskt signifikanta skillnader i rapporterad konsumtion av lokala livsmedel mellan män och kvinnor eller mellan cancerfall och kontroller, uppdelat på män och kvinnor (tabell 3). Manliga cancerfall rapporterade högre konsumtion av strömming och lägre konsumtion av frukt, trädgårdsbär, skogsbär, rotfrukter och bladgrönsaker än manliga kontroller och kvinnor (både cancerfall och kontroller). I den uppföljande enkäten från 2008 rapporterade manliga cancerfall fler måltider av strömming (35 ggr/år, medelvärde) än manliga kontroller (21 ggr/år, $p=0,009$; ej visat i tabellen), och kvinnliga cancerfall rapporterade signifikant större konsumtion av frukt från området än kvinnliga kontroller (164 ggr respektive 24 ggr/år, $p=0,008$; ej visat i tabell). De kvinnliga kontrollerna hade minskat sin konsumtion av lokal frukt från 110 ggr/år i medelvärde 2005 till 24 ggr/år 2008. I övrigt sågs ingen minskad konsumtion av lokala livsmedel.

Konsumtion av lokalt fångad fisk (abborre, gädda och/eller gös) var signifikant korrelerat med konsumtion av kräftor från samma område ($r_s=0,45$; $p<0,05$) men inte med konsumtion av strömming. Konsumtion av strömming var signifikant korrelerat med konsumtion av fisk (abborre och/eller gös) från andra vatten utanför Gusums/Ringarums församling ($r_s=0,43$; $p<0,05$). Ingen rapporterade konsumtion av gädda från andra områden.

Tabell 3. Konsumtionsfrekvenser av strömming samt av lokala livsmedel från Gusum/Ringarums församling (antal gånger per år, aritmetiskt medelvärde, median, min och max) under åren 1975-2004. n= antalet individer som har rapporterat en frekvens för respektive föda.

Lokala livsmedel från Gusums/Ringarums församling	Män (n=38)								Kvinnor (n=57)							
	Cancer (n=17)				Kontroll (n=21)				Cancer (n=19)				Kontroll (n=38)			
	n	Medel	Median	Min-max	n	Medel	Median	Min-max	n	Medel	Median	Min-max	n	Medel	Median	Min-max
Abborre, gädda och/eller gös	17	18	0	0-120	20	13	4,5	0-50	16	22	0	0-168	36	15	0	0-156
Kräftor	16	2,5	0	0-30	19	1,3	1,0	0-5	15	2	0	0-20	33	1,3	1,0	0-6
Strömming (ej lokal föda)	13	23	24	0-52	19	17	12	0-48	15	19	12	0-120	34	13	12	0-52
Frukt och trädgårdsbär	14	106	6,5	0-728	20	95	60	0-384	17	228	104	0-728	36	190	100	0-832
Potatis	14	86	2,0	0-364	20	133	156	0-364	16	185	234	0-364	35	147	156	0-364
Rotfrukt inkl. potatis	16	148	0	0-1092	20	170	202	0-425	18	284	206	0-988	37	262	208	0-1092
Sallad	15	61	0	0-364	20	23	2,5	0-156	15	75	45	0-364	33	92	50	0-364
Bladgrönsaker inkl. sallad	16	82	0	0-728	20	39	6	0-208	16	107	44	0-624	35	137	50	0-728
Skogsbär	15	42	0	0-364	19	49	24	0-208	15	56	12	0-364	35	28	9,0	0-312
Svamp	15	15	4,0	0-60	20	30	18	0-104	15	28	10	0-156	36	34	8,0	0-560
Viltkött	15	3	1,0	0-12	20	22	3,5	0-104	15	23	0	0-260	37	13	3,0	0-104

Koncentrationer av persistenta klororganiska föreningar och metaller i blod, urin och hår

Koncentrationer av PCB118, 153, sumPCB(14), HCB, transklordan, transnonaklordan och DDE i plasma (ng/g lipid; n=90) presenteras i tabell 4. Män hade signifikant högre halt av sumPCB(14) ($p=0,03$), transklordan ($p=0,007$) och transnonaklordan ($p=0,04$) (justerat för ålder, rökning, cancer) än kvinnor. Cancerfallen (både män och kvinnor) hade signifikant högre halt av HCB ($p=0,003$) och nära signifikant ($p=0,06$) högre halt av sumPCB än kontrollerna (justerat för ålder, rökning och kön).

Tabell 4. Koncentrationer av PCB118, 153, summaPCB(14), HCB, transklordan, transnonaklordan och DDE i plasma (ng/g lipid), n=90. Signifikanta skillnader ($p < 0,05$) i uppmätta halter mellan män och kvinnor respektive mellan cancerfall och kontroller är markerade med fet stil och *.

		Alla=90	Män=36	Kvinnor=54	Cancer=35	Kontroller=55
PCB118	Median	17,7	17,7	17,6	20,1	16,6
	Medelvärde	26,6	21,7	29,8	32,2	23,1
	SD	27,1	14,3	32,8	34,2	21,0
	Min-max	4,20-165	4,70-67,9	4,20-165	6,60-165	4,20-108
PCB153	Median	184	206	166	195	155
	Medelvärde	197	220	182	213	187
	SD	119	121	117	96,1	132
	Min-max	30,9-653	51,9-653	30,9-577	93,4-463	30,9-653
SummaPCB(14)	Median	654	702	576	700	596
	Medelvärde	704	795*	644*	785	653
	SD	417	432	399	366	442
	Min-max	107-2146	173-2146	107-1898	327-1881	107-2146
HCB	Median	25,6	24,8	27,3	30,7	22,5
	Medelvärde	29,8	27,3	31,4	35,3*	26,3*
	SD	16,4	13,6	18,0	17,0	15,2
	Min-max	9,4-88,3	9,60-83,9	9,40-88,3	18,2-88,3	9,4-83,9
Transklordan	Median	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	Medelvärde	0,20	0,29*	0,20*	0,21	0,25
	SD	0,20	0,17	0,13	0,155	0,16
	Min-max	0-0,80	0,10-0,80	0-0,70	0-0,60	0-0,80
Transnonaklordan	Median	13,1	17,5	11,3	14,0	12,0
	Medelvärde	16,6	19,5*	14,8*	16,0	17,0
	SD	13,1	13,3	12,7	10,1	14,8
	Min-max	0,90-66,8	2,6-66,8	0,90-61,0	3,70-53,3	0,90-66,8
DDE	Median	217	226	200	292	184
	Medelvärde	391	328	433	465	345
	SD	417	279	485	454	388
	Min-max	18,5-1938	23,2-1313	18,5-19,8	75,4-1938	18,5-1627

Inga signifikanta skillnader fanns mellan cancerfall och kontroller eller mellan män och kvinnor med avseende på uppmätta halter av kvicksilver och kadmium (tabell 5). Kontrollerna hade nära signifikant högre halter av bly i blod än cancerfallen ($p=0,06$).

Tabell 5. Koncentrationer av kvicksilver i hår (mg/kg), bly i blod ($\mu\text{g/l}$) och kadmium i urin ($\mu\text{g/l}$).

		Alla=95	Män=38	Kvinnor=57	Cancer=36	Kontroller=59
Hg	Median	0,40	0,47	0,38	0,43	0,35
	Medelvärde	0,62	0,75	0,54	0,62	0,63
	SD	1,00	0,94	0,68	0,70	0,86
	Min-max	0,07-4,83	0,10-4,83	0,07-3,73	0,12-3,74	0,07-4,83
Pb	Median	20,4	23,1	19,6	17,8	23,3
	Medelvärde	23,2	25,8	21,4	19,9	25,2
	SD	13,3	15,1	11,8	10,4	14,5
	Min-max	4,69-70,4	8,09-70,4	4,69-58,8	4,69-49,2	5,2-70,4
Cd	Median	0,29	0,26	0,32	0,31	0,28
	Medelvärde	0,34	0,33	0,35	0,37	0,32
	SD	0,19	0,23	0,16	0,24	0,15
	Min-max	0,11-1,28	0,11-1,28	0,13-0,90	0,12-3,74	0,11-0,87

Samband mellan konsumtion av fisk, kräftor och vilt och uppmätta koncentrationer av kontaminater i blod och hår

PCB i plasma, bly i blod och kadmium i urin speglar långtids exponering. Uppmätta koncentrationer jämfördes därför med konsumtionsfrekvensen av fisk och kräftor för perioden 1975-2004.

Konsumtionsfrekvens för år 2008 valdes vid jämförelser med uppmätt kvicksilver i hår, då hårhalten speglar aktuell konsumtion (senaste månaderna/året).

Konsumtion av strömming var signifikant positivt korrelerat med uppmätta halter av PCB i hela studiepopulationen och hos kvinnor (tabell 6). Konsumtion av Gusumfisk (abborre, gädda, gös) var positivt korrelerat med PCB hos cancerfallen (PCB153 $r_s=0,43$, sumPCB $r_s=0,42$) men inte hos kontrollerna (ej visat i tabell). Konsumtion av insjöfisk (abborre, gös) från andra vattendrag var signifikant korrelerat med PCB153 och sumPCB i hela gruppen (tabell 6) och hos kontrollerna (PCB153 $r_s=0,30$; sumPCB $r_s=0,29$), men inte hos cancerfallen (ej visat i tabell).

Kvicksilver i hår var signifikant korrelerat med konsumtion av Gusumfisk hos män ($r_s=0,60$) och konsumtion av Gusumkräftor hos kvinnor ($r_s=0,30$). Ingen signifikant korrelation sågs mellan kvicksilver i hår och konsumtion av insjöfisk eller kräftor från andra områden än Gusum.

Signifikant korrelation ($r_s=0,44$) sågs mellan konsumtion av viltkött från Gusumområdet och bly endast hos cancerfallen, men inga signifikanta skillnader fanns mellan olika konsumtionsgrupper av viltkött.

Tabell 6. Korrelation (Spearman's korrelationstest= r_s) mellan antal måltider per år av Gusumfisk (abborre, gädda, gös från vattendrag i Gusum/Ringarums församling), insjöfisk från andra vattendrag (abborre, gös), Gusumkräftor (kräftor från vattendrag i Gusum/Ringarums församling), övriga kräftor (kräftor från andra vattendrag), strömming och uppmätta koncentrationer i plasma av PCB i hela studiepopulationen, samt för respektive män och kvinnor. * Anger signifikant värde $p < 0,05$.

Konsumtion under åren 1975-2004	PCB118 (ng/g lipid) Korrelation (r_s)			PCB153 (ng/g lipid) Korrelation (r_s)			SumPCB(14) (ng/g lipid) Korrelation (r_s)		
	Hela n=90	Män n=36	Kvinnor n=54	Hela n=90	Män n=36	Kvinnor n=54	Hela n=90	Män n=36	Kvinnor n=54
Gusumfisk	0,21	0,26	0,16	0,18	0,19	0,15	0,16	0,19	0,12
Insjöfisk andra vattendrag	0,16	0,06	0,19	0,22*	0,08	0,23	0,22*	0,02	0,22
Gusumkräftor	0,07	0,02	0,10	0,03	0,002	0,08	-0,01	-0,06	0,03
Övriga kräftor andra vattendrag	-0,009	-0,20	0,14	-0,03	-0,21	0,08	-0,04	-0,22	0,05
Strömming	0,25*	0,011	0,36*	0,30*	0,089	0,33*	0,32*	0,092	0,36*

På grund av resultaten i den tidigare epidemiologiska studien (Helmfrid et al 2012) där konsumtion av lokalt fångad abborre, gädda och gös, mer än 2 gånger per månad, var signifikant associerat med cancer (total cancer, lymfom, bröstcancer), delades cancerfallen och kontrollerna in i konsumtionsgrupper (tabell 7). Högkonsumenter av lokalt fångad fisk (>2 gånger per månad, under perioden 1975-2004) bland cancerfallen hade signifikant högre halt av PCB153 och sumPCB jämfört med ickekonsumenter (tabell 7). Denna skillnad mellan konsumtionsgrupperna fanns inte hos kontrollerna. Högkonsumenter hos cancerfallen hade nära signifikant högre halt av sumPCB ($p=0,059$) jämfört med kontrollernas högkonsumenter. År 2008 fanns endast tre individer bland cancerfallen som var högkonsumenter av Gusumfisk, varvid mellan- och högkonsumtionsgrupperna slogs samman till en grupp. Konsumenterna av lokalt fångad fisk, både bland cancerfallen och bland kontrollerna hade signifikant högre medelvärden av kvicksilver i hår än icke-konsumenterna.

Tabell 7. Medelvärden av PCB (ng/g lipid) i plasma och kvicksilver i hår (mg/kg) hos cancerfall och kontroller (justerat för ålder, kön, rökning). Indelning i grupper har skett utifrån rapporterad konsumtion av fisk från Gusum/Ringarums församling (abborre, gädda, gös) under perioden 1975-2004 för PCB (^a Ingen: ingen konsumtion; ≤ 2ggr/mån: konsumtion högst två gånger per månad; > 2ggr/mån: konsumtion oftare än två gånger per månad) och rapporterad konsumtion år 2008 för Hg (ickekonsument och konsument). Jämförelser mellan konsumtionsgrupperna utfördes för cancerfall respektive kontroller var för sig. N anger antal personer som ingår i respektive konsumtionsgrupp och p-värdet avser jämförelse med gruppen "Ingen konsumtion". * anger signifikant värde $p < 0,05$.

Ämne	Cancerfall				Kontroller			
	Konsumtions-grupp ^a	N	Medelvärde (SD)	p-värde	Konsumtions-grupp ^a	N	Medelvärde (SD)	p-värde
PCB 118	Ingen	17	20,6 (17,6)		Ingen	27	23,3 (23,3)	
	≤2ggr/mån	8	25,0 (16,3)	1,000	≤2ggr/mån	15	20,4 (14,8)	1,00
	>2ggr/mån	7	48,2 (54,6)	0,124	>2ggr/mån	12	24,9 (24,2)	1,00
PCB 153	Ingen		172 (76,6)		Ingen		183 (139)	
	≤2ggr/mån		217 (60,9)	0,429	≤2ggr/mån		200 (154)	1,00
	>2ggr/mån		255 (120)	0,041*	>2ggr/mån		180 (94,9)	1,00
SumPCB(14)	Ingen		632 (261)		Ingen		648 (472)	
	≤2ggr/mån		805 (229)	0,406	≤2ggr/mån		674 (509)	1,00
	>2ggr/mån		968 (525)	0,027*	>2ggr/mån		636 (318)	1,00
Hg	Icke konsument	24	0,40 (0,25)		Icke Konsument	39	0,40 (0,28)	
	Konsument	12	1,06 (1,05)	0,006*	Konsument	20	1,07 (1,33)	0,005*

Inga signifikanta skillnader med avseende på PCB och kvicksilver mellan konsumenter och ickekonsumenter av abborre och gös från andra vattendrag, eller mellan konsumtionsgrupperna av strömming, kunde detekteras hos cancerfall respektive kontroller.

Få personer var högkonsumenter (>2 gånger per månad) av lokala kräftor och övriga individer åt dessa ett fåtal gånger per år, varvid exponering via intag av lokala kräftor var låg.

Samband mellan konsumtion av vegetabilier och uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar i blod, urin och hår

Kadmium i urin var signifikant positivt korrelerat med rapporterad konsumtion av frukt, trädgårdsbär, potatis, rotfrukt och svamp från Gusums/Ringarums församling 1975-2004 (tabell 8). Signifikant negativ korrelation med rapporterad konsumtion av frukt- och bär från andra områden

sågs hos kvinnor (tabell 8). När studiepopulationen delades in i cancerfall och kontroller var kadmium i urin signifikant korrelerat med konsumtion av lokala skogsbär ($r_s=0,37$) och svamp ($r_s=0,36$) bland cancerfallen. Signifikant samband fanns även mellan konsumtion av rotfrukter från Gusum och halten transklordan i blod hos män ($r_s=0,48$; $p<0,05$ ej visat i tabell). Inga signifikanta samband sågs mellan bly i blod och konsumtion av lokala vegetabilier eller vegetabilier från andra områden.

Tabell 8. Korrelation mellan konsumtionsfrekvens (gånger per år, 1975-2004) av frukt, bär, rotfrukt, skogsbär och svamp och uppmätta Cd-halter i urin i hela studiepopulationen samt hos män respektive kvinnor. * Anger signifikant värde $p < 0,05$.

Konsumtion under perioden 1975-2004	Cd i urin ($\mu\text{g/l}$) Korrelation (r_s)		
	Hela (n=95)	Män (n=38)	Kvinnor (n=57)
Frukt och trädgårdsbär från Gusum/Ringarum	0,22*	-0,03	0,28*
Frukt och trädgårdsbär från andra områden	-0,18	0,07	-0,38*
Potatis från Gusum/Ringarum	0,29*	0,25	0,29*
Potatis från andra områden	-0,13	0,02	-0,25
Rotfrukt från Gusum/Ringarum	0,24*	0,19	0,25
Rotfrukt från andra områden	-0,12	0,0004	-0,18
Skogsbär från Gusum/Ringarum	0,15	0,18	0,15
Skogsbär från andra områden	-0,12	0,05	-0,28*
Svamp från Gusum/Ringarum	0,23*	0,13	0,28*
Svamp från andra områden	-0,16	-0,18	-0,18

Cancerfall och kontroller delades in i två konsumtionsgrupper (icke-konsumenter och konsumenter) på grund av få personer (5-7 individer) i mellankonsumentgruppen. De flesta individer i konsumentgruppen var högkonsumenter (> 2 ggr per vecka) av lokala vegetabilier (frukt, trädgårdsbär, bladgrönsaker, potatis, rotfrukt, skogsbär, svamp) under perioden 1975-2004. Bland kontrollerna fanns inga signifikanta skillnader mellan konsumtionsgrupperna, men bland cancerfallen hade konsumenter av alla lokala vegetabilier, utom bladgrönsaker signifikant högre medelvärde av kadmium i urin än icke-konsumenter av lokala vegetabilier, justerat för ålder, kön och rökning (tabell 9). Konsumenter bland cancerfallen hade också signifikant högre kadmiumhalt i urin än konsumenterna bland kontrollerna vad gäller lokal frukt och trädgårdsbär ($p=0,04$), potatis ($p=0,04$), rotfrukt ($p=0,05$), skogsbär ($p=0,01$) och svamp ($p=0,03$). Bland icke-konsumenter av lokala vegetabilier sågs inte denna skillnad mellan cancerfall och kontroller.

Tabell 9. Medelvärden av kadmium i urin ($\mu\text{g/l}$; justerat för kön, ålder, rökning) bland cancerfall och kontroller. Indelning i grupper har skett utifrån rapporterad konsumtion av vegetabilier från Gusum/Ringarums församling under perioden 1975- 2004. ^aIcke konsument: ingen konsumtion av lokala vegetabilier. Konsument: att någon gång vara konsument av lokala vegetabilier. N anger antal personer som ingår i gruppen.

Cd i urin ($\mu\text{g/l}$)	Cancerfall				Kontroller			
	Konsumtions-grupp ^a	N	Medelvärde (SD)	p-värde	Konsumtion s-grupp ^a	N	Medelvärde (SD)	p-värde
Frukt och trädgårds bär	Icke konsument	11	0,25 (0,15)	0,023*	Icke konsumtion	46	0,29 (0,12)	0,241
	Konsument	20	0,44 (0,27)		Konsumtion	42	0,33 (0,16)	
Bladgrön-saker	Icke konsument	16	0,38 (0,30)	0,833	Icke konsument	21	0,29 (0,12)	0,420
	Konsument	16	0,37 (0,20)		Konsument	36	0,32 (0,16)	
Potatis	Icke konsument	11	0,27 (0,16)	0,039*	Icke konsument	16	0,28 (0,11)	0,154
	Konsument	19	0,44 (0,28)		Konsument	41	0,33 (0,16)	
Rotfrukter	Icke konsument	15	0,29 (0,17)	0,037*	Icke konsumtion	18	0,29 (0,11)	0,227
	Konsument	19	0,44 (0,28)		Konsumtion	37	0,33 (0,14)	
Skogsbär	Icke konsument	12	0,24 (0,13)	0,005*	Icke konsumtion	15	0,29 (0,12)	0,369
	Konsument	18	0,48 (0,28)		Konsumtion	41	0,33 (0,16)	
Svamp	Icke konsument	10	0,22 (0,12)	0,008*	Icke konsumtion	19	0,30 (0,14)	0,367
	Konsument	20	0,46 (0,27)		Konsumtion	39	0,33 (0,15)	

Samband mellan uppmätta koncentrationer av miljöföroreningar, demografi, exponeringsfaktorer och livsstil

Uppmätta halter av POP och metaller i blod, urin och hår utvärderades i relation till faktorer såsom ålder, kön, BMI, viktsförändring, boendetid i Gusum, egen brunn de första fem levnadsåren, amning, antal barn, rökning, arbete inom lantbruk, användning av bekämpningsmedel (i yrket eller för hemmabruk) och arbete i metallindustri.

Ålder var signifikant korrelerat med koncentrationer av POPs (sumPCB, transnonaklordan, HCB, DDE) hos både män ($r_s=0,37-0,57$) och kvinnor ($r_s=0,65-0,88$). Ålder var också signifikant korrelerat med kadmium i urin, men bara hos kontrollerna ($r_s=0,43$).

Boendetid i det kontaminerade området var signifikant positivt korrelerat med kadmiumhalt i urin (n=95; $r_s=0,21$).

Aktiva rökare hade signifikant högre halter av kadmium i urin än de som aldrig rökt utom i kontrollgruppen (tabell 10). Även om kadmiumhalten i urin var högre bland aktiva rökare hos cancerfallen jämfört med kontrollerna var skillnaden inte signifikant ($p=0,22$).

Tabell 10. Kadmium (Cd) i urin ($\mu\text{g/l}$, medelvärden) hos cancerfall och kontroller (justerat för ålder, kön), och hos män och kvinnor (justerat för ålder, cancer) i relation till rökvanor. Rökkategorierna baseras på 2005 års enkät (Aldrig: har aldrig rökt. Tidigare: var ej rökare år 2005, men har tidigare rökt. Aktiv: var aktiv rökare år 2005). * anger signifikant värde $p < 0,05$.

Ämne	Cancerfall				Kontroller			
	Rökvanor	N	Medelvärde (SD)	p-värde	Rökvanor	N	Medelvärde (SD)	p-värde
Cd	Aldrig	23	0,30 (0,18)	1,00 0,003*	Aldrig	38	0,30 (0,13)	0,959 0,578
	Tidigare	6	0,33 (0,16)		Tidigare	15	0,34 (0,19)	
	Aktiv	7	0,63 (0,33)		Aktiv	6	0,38 (0,17)	
Ämne	Män				Kvinnor			
	rökvanor	N	Medelvärde (SD)	p-värde	rökvanor	N	Medelvärde (SD)	p-värde
Cd	Aldrig	25	0,28 (0,14)	1,00 0,030*	Aldrig	36	0,32 (0,15)	1,00 0,009*
	Tidigare	9	0,33 (0,22)		Tidigare	12	0,35 (0,14)	
	Aktiv	4	0,60 (0,50)		Aktiv	9	0,48 (0,16)	

Arbete inom lantbruk var associerat med signifikant högre halter ($p<0,05$) av PCB153 (263 ng/g lipid), sumPCB (945 ng/g lipid), transnonaklordan (22,5 ng/g lipid) och transklordan (0,30 ng/g lipid) jämfört med att aldrig ha arbetat inom lantbruk (PCB153: 171ng/g lipid, sumPCB: 609 ng/g lipid, transnonaklordan: 14,4 ng/g lipid och transklordan: 0,20 ng/g lipid) i hela gruppen. I tabell 11 presenteras uppmätta halter av POP i relation till lantbruksarbete i respektive grupp cancerfall, kontroller, män och kvinnor. Kvinnor som arbetat inom lantbruk uppvisade signifikant högre halter än kvinnor som inte arbetat inom lantbruk. Lantbruksarbete var inte associerat med uppmätta halter av PCB118, DDE, kvicksilver, bly eller kadmium. Inga signifikanta skillnader i uppmätta halter av POP mellan cancerfall och kontroller, respektive män och kvinnor, som arbetat inom lantbruk kunde detekteras.

Tabell 11. Organiska föreningar (ng/g lipid, medelvärden och SD) hos cancerfall och kontroller (justerat för ålder, kön och rökning) respektive bland män och kvinnor (justerat för ålder, cancer, rökning) i relation till lantbruksarbete. Indelning i grupper har skett utifrån om personerna någon gång har arbetat som lantbrukare (Ja eller Nej). N anger antal personer som ingår i respektive grupp. * anger signifikant värde $p < 0,05$.

Ämne	Cancerfall				Kontroller			
	Lantbruks- arbete	N	Medelvärde (SD)	p- värde	Lantbruks- arbete	N	Medelvärde (SD)	p-värde
PCB 153	Nej	21	197 (85,6)	0,115	Nej	42	158 (115)	0,0006*
	Ja	13	244 (109)		Ja	13	281 (143)	
SumPCB(14)	Nej	21	715 (310)	0,061	Nej	42	556 (395)	0,0004*
	Ja	13	923 (425)		Ja	13	967 (454)	
Trans- klordan	Nej	21	0,16 (0,12)	0,037*	Nej	42	0,23 (0,14)	0,056
	Ja	13	0,28 (0,19)		Ja	13	0,32 (0,20)	
Transnona- klordan	Nej	21	14,7 (8,88)	0,202	Nej	42	14,2 (13,9)	0,002*
	Ja	13	19,0 (11,6)		Ja	13	26,1 (14,1)	
Ämne	Män				Kvinnor			
	Lantbruks- arbete	N	Medelvärde (SD)	p- värde	Lantbruks- arbete	N	Medelvärde (SD)	p-värde
PCB 153	Nej	17	182 (106)	0,053	Nej	46	167 (109)	0,004*
	Ja	18	261 (127)		Ja	8	267 (132)	
SumPCB	Nej	17	650 (391)	0,027*	Nej	46	594 (370)	0,002*
	Ja	18	950 (431)		Ja	8	933 (463)	
HCB	Nej	17	24,8 (12,3)	0,305	Nej	46	29,8 (17,0)	0,026*
	Ja	18	29,9 (14,9)		Ja	8	41,0 (21,7)	
Transnona- klordan	Nej	17	18,0 (15,5)	0,399	Nej	46	13,1 (11,0)	0,002*
	Ja	18	21,5 (11,1)		Ja	8	24,8 (17,7)	

Användning av bekämpningsmedel i yrket eller för hemmabruk var associerat med signifikant högre halter av transklordan hos cancerfall, kontroller och hos män, men inte hos kvinnor (tabell 12). Kvinnor som rapporterat användning av bekämpningsmedel uppvisade däremot signifikant lägre halter av DDE jämfört med icke användare av bekämpningsmedel (tabell 12). Ingen skillnad i uppmätta halter av bekämpningsmedel sågs mellan cancerfall och kontroller. Manliga användare av bekämpningsmedel hade högre halt av DDE jämfört med kvinnliga användare, dock inte signifikant ($p=0,07$).

Tabell 12. Bekämpningsmedel (ng/g lipid; medelvärden och SD) hos cancerfall och kontroller (justerat för ålder, kön och rökning) respektive hos män och kvinnor (justerat för ålder, cancer och rökning). Indelning i grupper har skett utifrån om personerna någon gång har använt bekämpningsmedel eller ej. N anger antal personer som ingår i respektive grupp. * anger signifikant värde $p < 0,05$.

Ämne	Cancerfall				Kontroller			
	Bekämpn. medel	N	Medelvärde (SD)	p-värde	Bekämpn. medel	N	Medelvärde (SD)	p-värde
Trans-klordan	Nej	29	0,18 (0,14)	0,023*	Nej	38	0,21 (0,12)	0,012*
	Ja	6	0,33 (0,20)		Ja	17	0,33 (0,19)	
Ämne	Män				Kvinnor			
	Bekämpn. medel	N	Medelvärde (SD)	p-värde	Bekämpn. medel	N	Medelvärde (SD)	p-värde
Trans-klordan	Nej	20	0,23 (0,13)	0,025*	Nej	47	0,19 (0,12)	0,182
	Ja	16	0,36 (0,19)		Ja	7	0,26 (0,17)	
DDE	Nej	20	262 (218)	0,140	Nej	47	479 (503)	0,04*
	Ja	16	411 (328)		Ja	7	128 (104)	

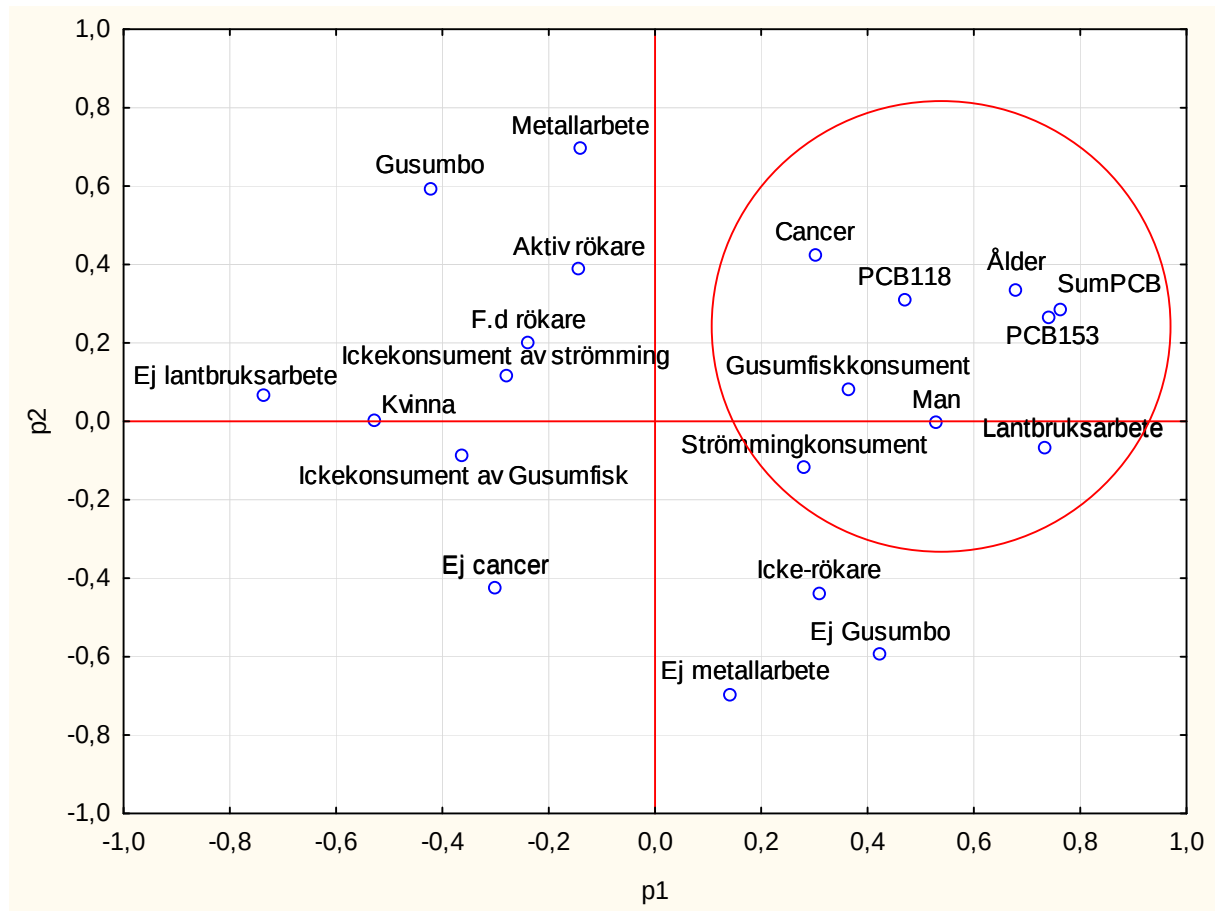
Inga signifikanta samband mellan BMI, viktförändringar, användning av egen brunn de fem första levnadsåren, amning, antal barn eller arbete inom metallindustri och uppmätta halter av metaller, PCB eller bekämpningsmedel detekterades, varken i hela gruppen eller hos cancerfall, kontroller, män eller kvinnor var för sig.

Multivariat analys av uppmätta halter av miljöföroreningar och konsumtion av lokala livsmedel, exponerings- och livsstilsfaktorer samt cancer

Principalkomponentanalys (PCA) används för att utvärdera samband mellan variabler i ett stort dataset, och för att hitta relevanta variabelkombinationer. Med hjälp av PCA kan antalet variabler minskas till ett mindre antal representativa och okorrelerade variabler, det vill säga principalkomponenter, faktorer eller vektorer. PCA-analysen visar vilka komponenter som förklarar variationen i ett dataset och grupperar variabler som samvarierar.

I nedanstående analys (figur 3) av PCB-halter, cancerdiagnos, kön, ålder och exponeringsfaktorer (boendetid i Gusum, rökvanor, metallarbete, lantbruksarbete, konsumtion av strömming respektive fisk från Gusum/Ringarums församling) valdes två faktorer med egenvärde >1 . Den första faktorn svarade för 22 procent av den totala variationen i materialet och den andra faktorn svarade för 13 procent av den totala variationen, dvs. 35 % av den totala variationen kunde förklaras av dessa faktorer.

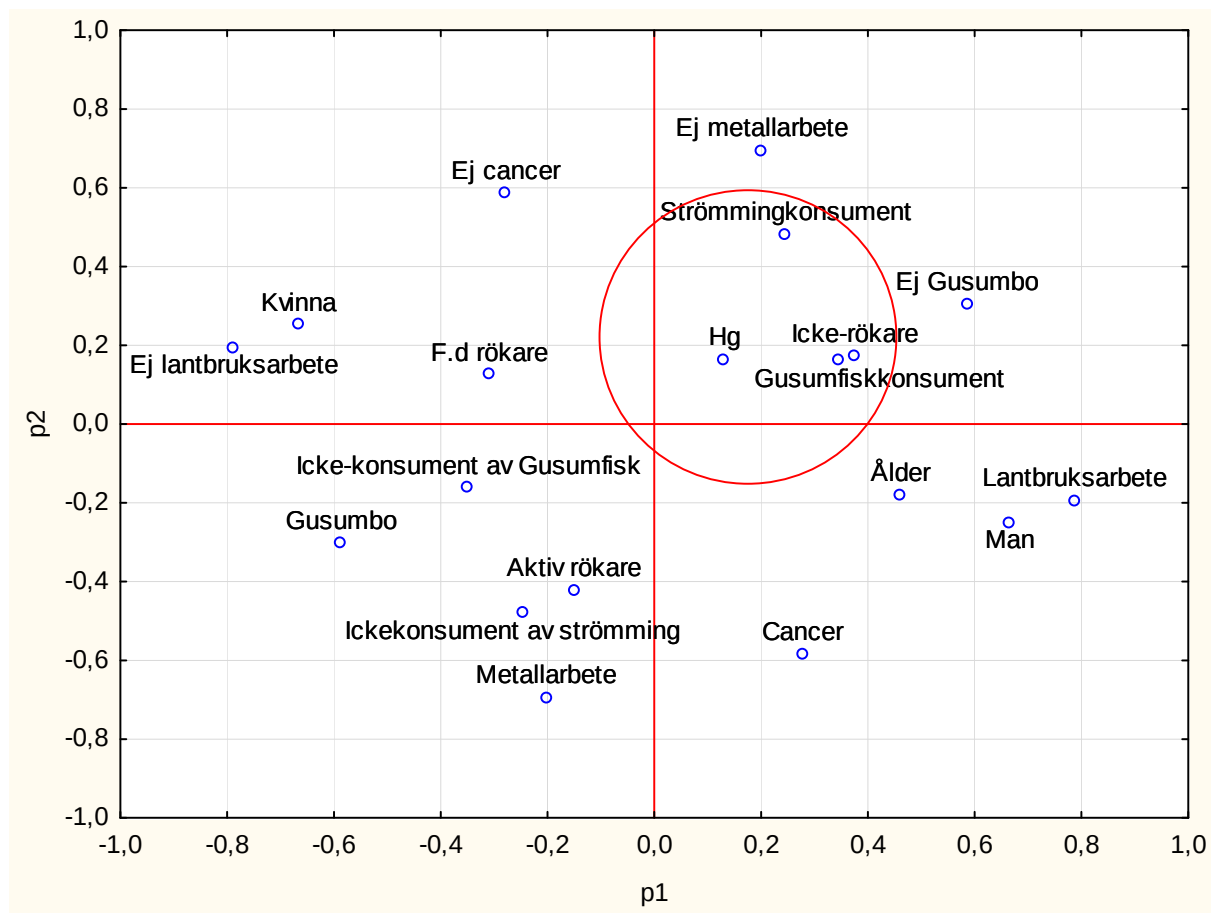
Starkast samband sågs mellan uppmätta halter av PCB och ålder, lite svagare samband fanns mellan PCB och en cancerdiagnos, manligt kön, att någon gång ha arbetat inom lantbruk (bonde) samt att vara konsument av Gusumfisk och strömming.



Figur 3. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan konsumtion av fisk (abborre, gädda, gös) från Gusum/Ringarums församling, konsumtion av strömming, uppmätta halter av PCB i plasma samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbeta, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

I nedanstående analys (figur 4) av kvicksilverhalt i hår, cancerdiagnos, kön, ålder och exponeringsfaktorer (boendetid i Gusum, rökvanor, metallarbete, lantbruksarbete, konsumtion av strömming respektive fisk från Gusum/Ringarums församling) valdes två faktorer med egenvärde >1. Den första faktorn svarade för 21 procent och den andra faktorn för 15 procent av den totala variationen.

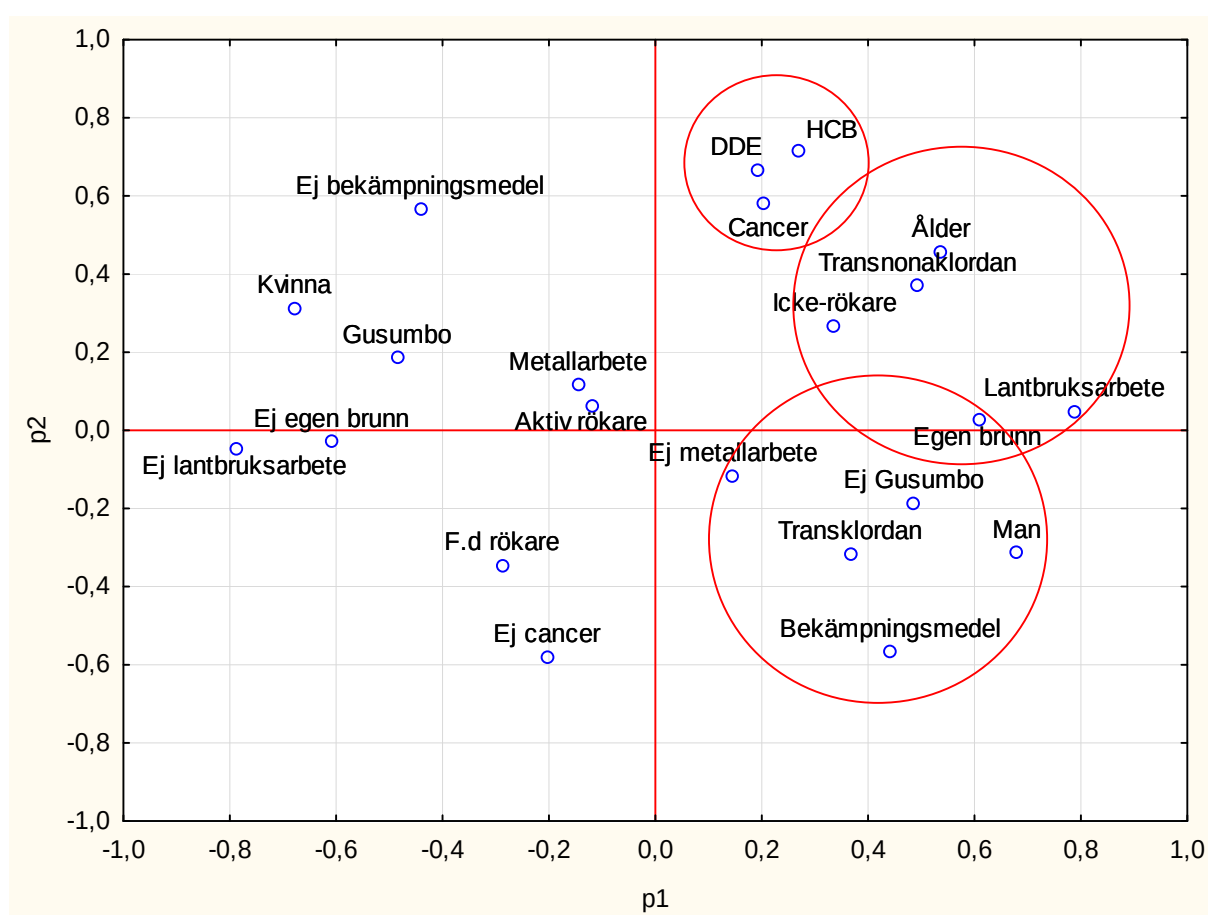
Starkt samband sågs mellan kvicksilverhalten i hår och att vara konsument av Gusumfisk (abborre, gädda, gös) och ickerökare. Ett svagare samband sågs med konsumtion av strömming.



Figur 4. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan konsumtion av fisk (abborre, gädda, gös) från Gusum/Ringarums församling, konsumtion av strömming och uppmätta halter av kvicksilver i hår, samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbete, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

I nedanstående analys (figur 5) av uppmätta halter av bekämpningsmedel, användning av bekämpningsmedel och övriga variabler valdes två faktorer med egenvärde >1. Den första faktorn svarade för 22 procent av den totala variationen i materialet och den andra faktorn svarade för 15 procent av den totala variationen.

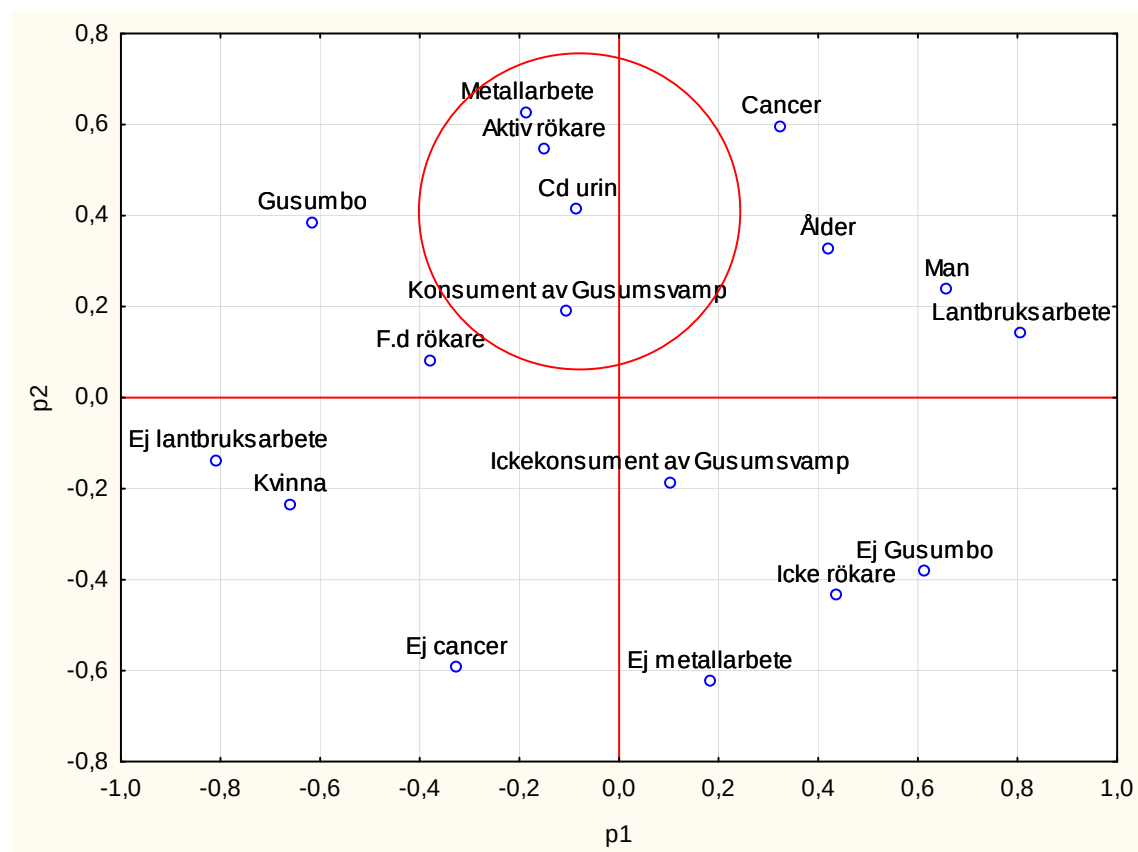
Starkast samband sågs mellan uppmätta halter av HCB och DDE samt en cancerdiagnos. Uppmätta halter av transnonaklordan visade starkast samband med, ålder och att vara ickerökare, och svagare samband med cancerdiagnos, egen brunn de första fem levnadsåren och lantbruksarbete. För uppmätta halter av transklordan sågs starkast samband mellan användning av bekämpningsmedel privat eller yrkesmässigt, att inte ha bott i Gusum mer än 5 år och att inte arbeta med metaller, samt svagare samband med att ha egen brunn de fem första levnadsåren.



Figur 5. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan bekämpningsmedel i plasma, användning av bekämpningsmedel, att ha egen brunn de första fem åren i livet samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbete, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

I nedanstående analys (figur 6) av halten kadmium i urin och livsstils- och exponeringsfaktorer inklusive konsumtion av svamp från Gusum/Ringarums församling valdes två faktorer med egenvärde >1. Den första faktorn svarade för 20 procent av den totala variationen i materialet och den andra faktorn svarade för 16 procent av den totala variationen.

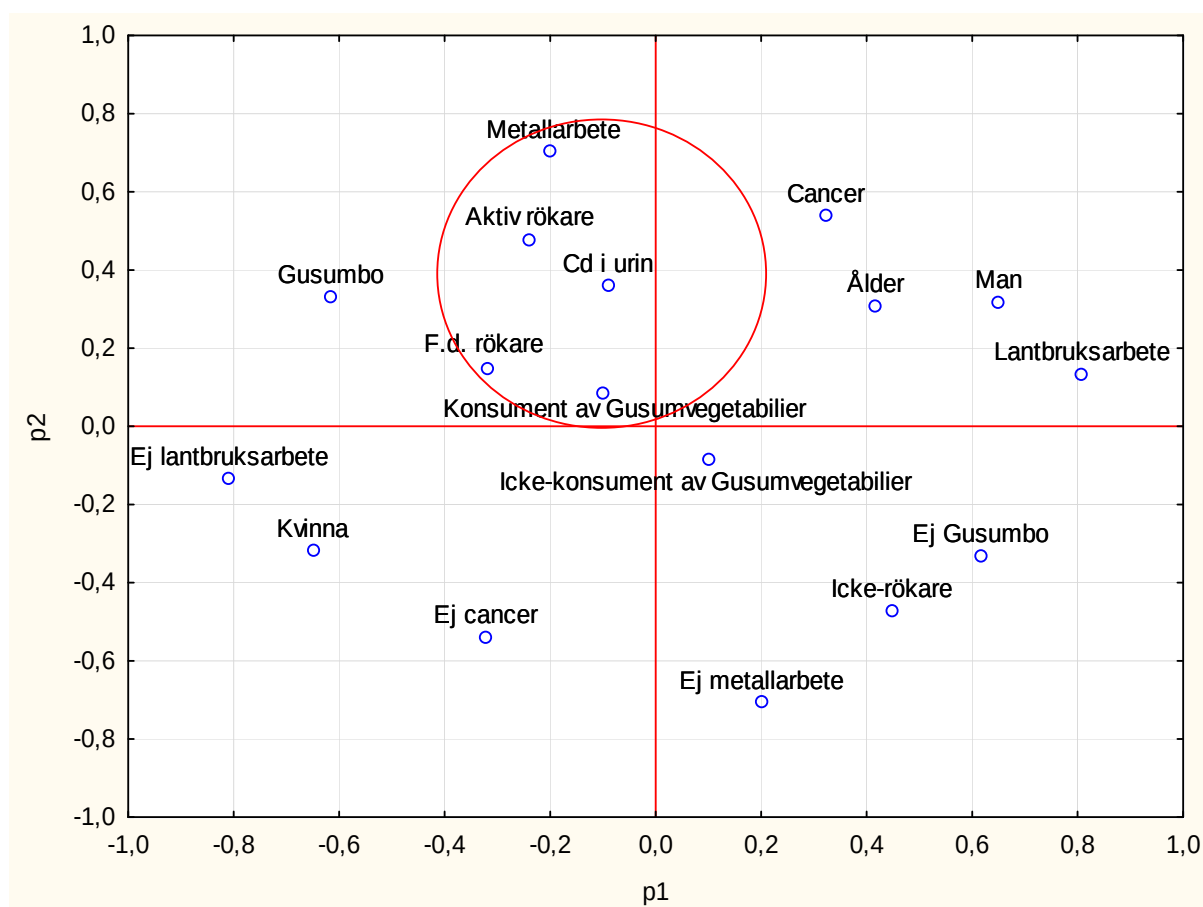
Kadmiumhalten i urin visade starkast samband med att vara aktiv rökare, metallarbete och att vara konsument av Gusumsvamp. Lite svagare samband sågs mellan kadmium och ålder, före detta rökare, att ha varit Gusumbo i 5 år eller mer och en cancerdiagnos.



Figur 6. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan konsumtion av svamp från Gusum/Ringarums församling och uppmätta halter av kadmium i urin, samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbete, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

I nedanstående analys (figur 7) av halten kadmium i urin och livsstils- och exponeringsfaktorer inklusive konsumtion av vegetabilier (frukt, bär, grönsaker, rotfrukter) från Gusum/Ringarums församling valdes två faktorer med egenvärde >1. Den första faktorn svarade för 22 procent av den totala variationen i materialet och den andra faktorn svarade för 16 procent av den totala variationen.

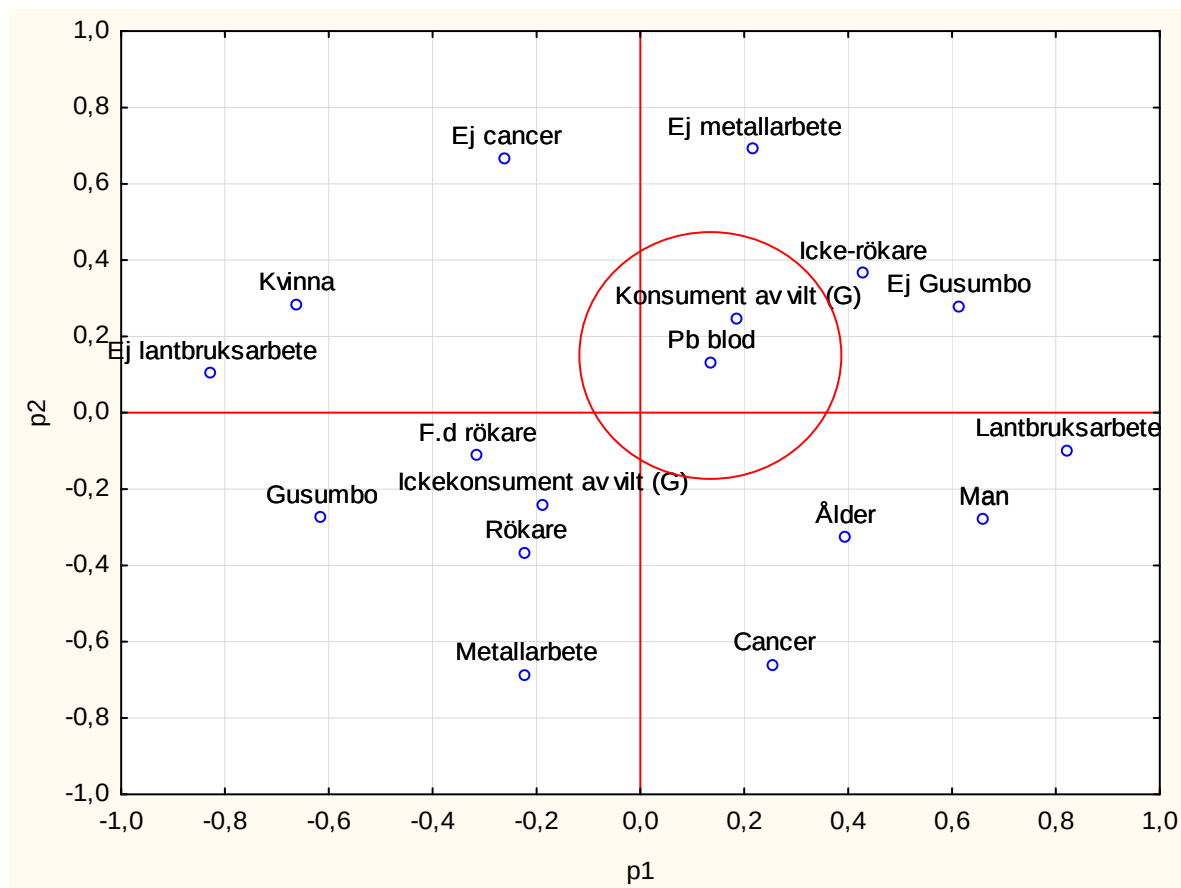
Samband fanns mellan kadmiumhalten i urin och att vara aktiv och före detta rökare, konsument av vegetabilier från Gusum/Ringarums församling, metallarbete. Svagare samband fanns med att ha bott i Gusum i 5 år eller mer, att ha fått en cancerdiagnos och ålder.



Figur 7. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan konsumtion av vegetabilier från Gusum/Ringarums församling och uppmätta halter av kadmium i urin, samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbete, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

I nedanstående analys (figur 8) av halten bly och livsstils- och exponeringsfaktorer inklusive konsumtion av viltkött från Gusum/Ringarums församling valdes två faktorer med egenvärde >1. Den första faktorn svarade för 22 procent av den totala variationen i materialet och den andra faktorn svarade för 16 procent av den totala variationen.

Bly i blod samvarierade starkast med konsumtion av viltkött och lite svagare med ickerökare.



Figur 8. Principalkomponentanalys (PCA) av samband mellan konsumtion av viltkött från Gusum/Ringarums församling och uppmätta halter av bly i blod, samt variablerna ålder, kön (man, kvinna), rökvanor (ej rökare, före detta rökare och aktiv rökare), metallarbete, lantbruksarbete och boendeadress i Gusums samhälle mer än 5 år (Gusumbo).

Diskussion

Flera av studiepersonerna i denna undersökning har levt i Gusum/Ringarums församling under många år och en stor andel av dem har konsumerat lokal föda under lång tid. Inom 3 km från utsläppskällorna finns dokumenterat förhöjda halter av kadmium och bly främst i bär och svamp, samt förhöjda halter av PCB i fisk (abborre, gädda) (Helmfrid et al 2007, Nyberg et al 2012). Lång tids konsumtion av lokal kontaminerad föda kan därför innebära högre exponering, och därmed högre halter hos konsumenter av lokal föda jämfört med icke-konsumenter. Andra faktorer såsom kön, ålder, rökning, yrke, användning av bekämpningsmedel, egen brunn, konsumtion av strömming och annan fet fisk kan också påverka uppmätta halter.

Det var stor variation i rapporterad konsumtion av olika livsmedel men eftersom vi hade relativt få individer i studien kunde inga signifikanta skillnader detekteras. Kvinnor hade generellt högre konsumtion av frukt, bär, sallad och bladgrönsaker än män. Manliga cancerfall rapporterade högre konsumtion av strömming och lägre konsumtion av frukt, bär, potatis och rotfrukter än både manliga kontroller och kvinnor (cancerfall och kontroller). Det var också relativt stor variation i uppmätta halter av miljögifter i blod, urin och hår. Män hade signifikant högre halt av sumPCB, transklordan, transnonaklordan och nära signifikant högre halt av PCB153 jämfört med kvinnorna. Cancerfallen hade signifikant högre halt av HCB och nära signifikant högre halt av PCB118 och sumPCB jämfört med kontrollerna. Inga signifikanta skillnader i metallhalter mellan män och kvinnor eller cancerfall och kontroller kunde detekteras.

Rapporterade frekvenser av livsmedel (fisk, kräftor, vilt, frukt, bär, svamp, rotfrukter och bladgrönsaker) från det kontaminerade området (med potentiellt förhöjda halter av miljögifter) samvarierade med uppmätta halter av miljöföroreningar i blod, urin och hår vilket kan tolkas som att konsumtion av lokal föda bidrog till exponering för miljöföroreningarna.

Kadmium

Kadmium i urin speglar lång tids exponering och kan relateras till risk för njurskada, minskad bentäthet och frakturer. Exponering för kadmium har även föreslagits vara en riskfaktor för canceruppkomst. De cancerformer som har satts i samband med kadmiumexponering från kosten är hormonrelaterad cancer (bröst, livmoder, prostata). Kadmium finns framför allt i spannmålsprodukter, rotfrukter och grönsaker, som i genomsnitt bidrar med 75 % av det totala intaget av kadmium. Höga halter påträffas även i vissa skaldjur, inälvsmat, vissa svampar, kakao och fröer. Kvinnor har generellt högre kadmiumhalter i urin till följd av förhöjt upptag av kadmium i mag-tarmkanalen i samband med järnbrist, som är vanligt hos kvinnor i barnafödande ålder. Vid högre ålder utjämnas skillnaderna mellan män och kvinnor. Rökare har generellt högre halter än icke-rökare på grund av att tobak innehåller kadmium som inhaleras med tobaksröken och tas upp i lungorna. Kadmium ansamlas i kroppen på grund av lång halveringstid och kontinuerlig exponering genom konsumtion av livsmedel och rökning. Därför ökar kadmiumhalterna i urin med ålder.

I föreliggande studie var kadmiumhalten i urin 0,29 µg/l (median, variationsbredd 0,11-1,3 µg/l, justerat för specifik vikt). Uppmätta halter är jämförbara med vad som ses hos svenska kvinnor 50-60 år i andra delar av landet och som inkluderar rökare (Berglund och Åkesson, 2008).

Resultaten visade starkast samband mellan kadmiumhalten i urin och att vara aktiv rökare vilket visar att tobak är en viktig exponeringskälla för kadmium. Samband sågs också med ålder, att vara konsument av svamp och vegetabilier från Gusum/Ringarums församling, metallarbete, att ha bott i Gusum i 5 år eller mer och att ha fått en cancerdiagnos.

Bly

Blodblyhalterna har stadigt sjunkit i befolkningen i takt med utfasningen av bly i bensin och andra åtgärder för att minska blyexponeringen. År 2011 var blodblyhalten i genomsnitt 11 µg/l hos barn. Samma sänkning kan förväntas hos vuxna. Eftersom bly ansamlas i kroppen stiger blodblyhalten med ökande ålder. Hos kvinnor kan blodblyhalten öka i samband med amning och efter menopaus eftersom bly som ansamlats i skelettet läcker ut i samband med ökad benomsättning och urkalkning av skelettet. Trots att de flesta födoämnen numera innehåller låga halter av bly så sker ändå den största exponeringen via mat och dryck. Redan vid mycket låga doser ger bly skador på nervsystemet och effekter på hjärnans utveckling hos foster och barn. Symptom som fördröjd utveckling, nedsatt intellektuell kapacitet (lägre IQ) och beteendestörningar har kunnat påvisas hos blyexponerade barn i epidemiologiska undersökningar. Bly passerar över till fostret under graviditet, och barnet får samma blodblyhalt som mamman.

I föreliggande studie var blodblyhalten 20 µg/l (median, variationsbredd 4,7-70 µg/l) vilket kan betraktas som normalt i den vuxna befolkningen. I en undersökning av blodblyhalter hos kvinnor, 50-60 år i Skåne respektive Norr- och Västerbotten uppmättes 4,5-110 µg/l (median 19 respektive 15 µg/l; Wennberg et al 2007). Män har ofta lite högre blyhalter i blod än kvinnor eftersom blodblyhalten är kopplad till hemoglobinhalt (Hb) i blod och män ofta har högre Hb än kvinnor.

Vi såg inget samband mellan bly i blod och konsumtion av vegetabilier eller annan lokal föda från Gusum, men däremot med rapporterad konsumtion av viltkött. Konsumtion av vilt som är skjutet med blyhagel kan bidra till blyexponeringen.

Kvicksilver

Kvicksilver i hår är ett mått på exponering för metylkvicksilver som är en organisk form av kvicksilver som ansamlas i fisk, framför allt i rovfisk som gädda, abborre och gös. Dessa fisksorter kan innehålla relativt höga metylkvicksilverhalter om de kommer från sjöar och vattendrag med höga kvicksilvernivåer. Kvicksilver kan skada nervsystemet, och foster och barn är speciellt känsliga eftersom deras nervsystem inte är fullt utvecklat. Kvicksilverexponering har också satts i samband med hjärtkärlsjukdom hos vuxna, men resultaten är inte entydiga.

Kvicksilverhalten i hår i denna studie var 0,40 mg/kg (median; variationsbredd 0,07-4,8 mg/kg). Dessa halter är i nivå med vad som hittats i andra befolkningsgrupper som inkluderar både fiskkonsumenter och personer som inte äter fisk.

Resultaten visade starka samband mellan kvicksilverhalten i hår och konsumtion av fisk (gädda, gös och abborre) och kräftor fångade i Gusumområdet. Svagare samband sågs med konsumtion av strömming.

PCB och bekämpningsmedel

PCB och bekämpningsmedel (organiska miljöföroreningar) i serum speglar relativt lång tids exponering för dessa ämnen eftersom de lagras upp i kroppens fettväv. Dessa ämnen ansamlas också i näringskedjan. Animaliska livsmedel som fisk, speciellt fet fisk som strömming, samt kött, mjölk, smör och ägg kan innehålla högre halter PCB än grönsaker. Förhöjda halter av bekämpningsmedel kan finnas i olika grödor till följd av besprutning eller kontaminering. Det kan också ske läckage till grundvatten och brunnar som på så sätt kan kontaminera dricksvattnet. PCB är hormonstörande vilket kan vara en av många bakomliggande orsaker till hälsoeffekter som cancer och beteende- och fortplantningsstörningar som har satts i samband med lång tids PCB-exponering. Bekämpningsmedel är produkter som regleras och riskbedöms innan de får komma ut på marknaden. Den största exponeringen sker yrkesmässigt.

Koncentrationerna av PCB och bekämpningsmedel som uppmättes i denna studie var lägre än i en studie av högkonsumenter (kvinnor 37-87 år) av Vätternfisk, som kan innehålla höga halter av dessa ämnen (Helmfrid et al 2003), och i nivå med halter uppmätta hos kvinnor i Mellansverige, 24-78 år (Hardell et al 2001; 2003).

PCB-halterna i serum i denna studie samvarierade starkast med ålder, och svagare med konsumtion av fisk från Gusum/Ringarums församling samt strömming, manligt kön, lantbruksarbete och att ha fått en cancerdiagnos. Samband sågs även mellan uppmätta halter av bekämpningsmedel och ålder (transnonaklordan), manligt kön och användning av bekämpningsmedel (transklordan) samt att ha fått en cancerdiagnos (DDE, HCB). Lantbruksarbete var också associerat med högre halter av PCB och transnonaklordan hos kvinnor.

Hälsoriskbedömning

Sammanfattningsvis tyder resultaten på att konsumtion av lokal föda från det kontaminerade området bidrar till exponeringen för PCB och kadmium. Exponering för bekämpningsmedel och kvicksilver kan däremot inte kopplas specifikt till det kontaminerade området i Gusum. Istället är det användning av bekämpningsmedel samt att ha arbetat inom lantbruk, respektive fiskkonsumtion generellt, som bidrar till exponeringen.

Uppmätta halter av miljöföroreningar i blod, urin och hår uppvisade stor variation mellan studiedeltagarna, men låg i nivå med vad som uppmätts hos andra grupper av befolkningen i samma åldersintervall, vilket tyder på att exponeringen inte är högre än i områden utan historisk kontamination.

I den multivariata analysen sågs samvariation mellan cancerdiagnos och PCB respektive kadmium i blod och urin. I den här studien går det inte att uttala sig om orsaken till cancersjuklighet, dels för att provtagningen har utförts långt efter det att personer har fått sin cancerdiagnos, dels för att orsakerna till cancersjukdom oftast är många och till stor del okända. Materialet är också litet vilket ökar osäkerheten i analysen. Det finns också stor osäkerhet i rapporterad konsumtion av lokala livsmedel. Vi kan därmed varken fastställa eller utesluta att konsumtion av lokala livsmedel från det kontaminerade området har bidragit till canceruppkomst.

Referenser

- Berglund M, Åkesson A. Utvärdering av genomförda studier av halter av kadmium i urin hos två åldersgrupper av kvinnor. Rapport till Naturvårdsverket. Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm, september 2008.
- EC, C.R., 2006. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Replaces Council Regulation 2375/2001 of 29 November 2001 amending Commission Regulation (EC) No 466/2001.
- Hardell E, Eriksson M, Lindstrom G, Van Bavel B, Linde A, Carlberg M, Liljegren G. Case-control study on concentrations of organohalogen compounds and titres of antibodies to Epstein-Barr virus antigens in the etiology of non-Hodgkin lymphoma. *Leuk Lymphoma*. 2001, Aug;42(4):619-29.
- Hardell L, van Bavel B, Lindström G, Carlberg M, Dreifaldt AC, Wijkström H, Starkhammar H, Eriksson M, Hallquist A, Kolmert T. Increased Concentrations of Polychlorinated Biphenyls, Hexachlorobenzene, and Chlordanes in Mothers of Men with Testicular Cancer. *Environ Health Perspect*. 2003 Jun;111(7):930-934.
- Helmfrid I., Flodin U., van Bavel B., Andersson U., Karlsson M., Lindell M. Miljögifter i blod hos högkonsumer av Vätternfisk. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 74, 2003.
- Helmfrid I., Hällsten A-L., Ståhlbom B., Hellström L., Miljömedicinsk riskbedömning med avseende på konsumtion av analyserade vegetabilier, fisk och kräfter från Gusum. Yrkes- och miljömedicinskt centrum. 2007. Linköping.
- Helmfrid I., Berglund M., Löfman O., Wingren G. Health effects and exposure to polychlorinated biphenyls (PCB) and metals in a contaminated community. *Environment International* 44 (2012) 53-58.
- Kippler, M., Ekstrom, E.C., Lonnerdal, B., Goessler, W., Åkesson, A., ElArifeen, S., et al. Influence of iron and zinc status on cadmium accumulation in Bangladeshi women. *Toxicol. Appl. Pharmacol*. 2007; 222, 221–226.
- Kippler, M., Lonnerdal, B., Goessler, W., Ekstrom, E.C., Arifeen, S.E., Vahter, M. Cadmium interacts with the transport of essential micronutrients in the mammary gland - a study in rural Bangladeshi women. *Toxicology* 2009; 257, 64–69.
- Naturvårdsverket. Efterbehandlingsåret 2011 – Lägesbeskrivning av arbetet med att avhjälpa sådana föroreningsskador som avses i 10 kapitlet miljöbalken. Skrivelse 2012-04-13, Ärendenr: NV-01257-12. 2012.
- Nyberg I, Hällsten A-L, Graff P, Helmfrid I. Uppföljning av miljömedicinsk riskbedömning med avseende på konsumtion av analyserade vegetabilier, fisk och kräfter från Gusum. Arbets- och miljömedicin, Linköping. 2012.
- Wennberg M, Rentschler G, Lundh T, Löfmark L, Stegmayr B, Bergdahl I, Skerfving S. Kadmium, bly och kvicksilver i blod samt kadmium och bly i urin hos unga och medelålders kvinnor i Skåne samt Norr- och Västerbotten. Slutrapport för projekt 215 0404 inom Nationella Miljöövervakningen 2007-03-31, Yrkes- och miljömedicin, Universitetssjukhuset i Lund och Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin, Norrlands Universitetssjukhus, Umeå.

Bilaga 1

Haltdata metaller

n=95 (mg/kg hår)	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	SD
Hg	0,6	0,4	0,1	4,8	0,80
n=95 (µg/l blod)	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	SD
Mg	28259	27335	19243	47137	4623
Ca	53464	52085	40438	77838	7507
Mn	8,3	7,8	2,5	21,0	2,51
Fe	365547	369461	128921	527395	61732
Cu	820	793	507	1406	163
Zn	6164	6183	2898	10698	1096
As	4,6	2,4	0,3	55,2	7,01
Se	126	126	58,0	286	30,8
Mo	1,0	0,8	0,3	2,7	0,53
Cd	0,7	0,6	0,2	3,3	0,43
Sb	1,8	1,7	1,2	3,2	0,29
Pb	23,2	20,4	4,7	70,4	13,3
U	0,0	0,0	0,0	0,1	0,01
n=95 (µg/l densitetsjusterad halt i urin)	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	SD
Mg	74866	73750	6237	156016	25732
Ca	126653	116000	10293	456960	79147
Mn	1,8	0,3	0,1	133	13,6
Fe	9,3	5,9	2,7	179	18,7
Cu	23,1	15,1	5,1	191	26,7
Zn	327	301	60,6	810	156
As	59,0	19,9	1,9	432	84,9
Se	17,9	17,0	7,2	59,0	7,32
Mo	38,5	31,5	1,5	184	30,4
Cd	0,3	0,3	0,1	1,3	0,19
Sb	0,7	0,2	0,0	8,1	1,09
Pb	1,1	0,9	0,2	3,6	0,65
U	0,1	0,0	0,0	1,3	0,17

Halldata persistenta organiska föreningar

n=90 (ng/g lipid)	Medelvärde	Median	Minimum	Maximum	SD
PCB74	12,5	8,6	1,4	122	16,7
PCB99	11,1	8,9	1,7	39,1	8,17
PCB118	26,6	17,6	4,2	165	27,1
PCB105	5,2	3,3	0,9	35,2	5,59
PCB153	197	184	30,9	653	119
PCB138	146	126	28,5	501	91,1
PCB156	23,7	21,9	2,9	71,0	14,1
PCB157	3,9	3,5	0,3	13,6	2,60
PCB180	171	160	21,2	587	101
PCB170	76,9	73,1	12,2	273,5	44,4
PCB189	3,1	2,7	0,2	11,6	1,99
PCB194	20,3	18,1	1,7	86,5	12,8
PCB206	3,6	3,3	0,0	10,3	2,12
PCB209	3,6	3,3	0,1	10,6	2,29
SumPCB	704	654	107	2146	417
OCDD	0,3	0,2	0,0	1,8	0,25
HCB	29,8	25,6	9,4	88,3	16,4
Transklordan	0,2	0,2	0,0	0,8	0,16
Transnonaklordan	16,6	13,1	0,9	66,8	13,1
DDE	391	217	18,5	1938	417
BDE47	1,5	1,1	0,1	6,0	1,21